



Inhibitowane płuczki wiertnicze w technologii HDD

Fot. 1. | Widok na stronę maszynową

Badania geologiczne, wykonane na trasie planowanych przewiertów oraz analiza warstw pod względem ich aktywności i wpływu na płuczkę wiertniczą umożliwiają dobranie systemu płuczkowego, który pozwoli na wykonanie otworu nawet w bardzo trudnych warunkach

Podstawowa płuczka wiertnicza używana w technologii przewiertów horyzontalnych oparta jest na bentonicie i wodzie słodkiej. System ten w większości przypadków zapewnia wystarczające właściwości do poprawnego oczyszczenia i stabilizowania otworu wiertniczego. Płuczka taka nadaje się do przewiercania większości warstw geologicznych, które nie wchodzi z nią w reakcje, np. piaski, piaskowce, wapienie. Natomiast, w przypadku przewiercania warstw ilastych zachodzi zjawisko ich hydratacji. Jeśli formacja ilów lub łupków przewiercana jest płuczką na bazie wody słodkiej, ily mają tendencję do pęcznienia, a otwór staje się niestabilny, co w wielu przypadkach doprowadzić może do poważnych komplikacji wiertniczych. Ponadto, ily przyjmowane przez płuczkę niezwykle szybko w niekorzystny sposób wpływa na jej właściwości – parametry reologiczne. Płuczka staje się niezdatna do użycia, należy ją rozcieńczać lub wymieniać, co w rezultacie w znacznym stopniu podnosi jej koszty. W celu ograniczenia tego zjawiska stosuje się więc płuczki wiertnicze inhibitowane.

RODZAJE PŁUCZEK INHIBITOWANYCH

Płuczkę inhibitowaną definiuje się jako płuczkę posiadającą zdolność do redukcji hydratacji ilów. Płuczki inhibitowane stosuje się głównie do przewiercania łupków i ilów. W czasie przewierca-

nia tych warstw charakteryzują się one (w porównaniu ze standardową płuczką o takiej samej zawartości fazy stałej):

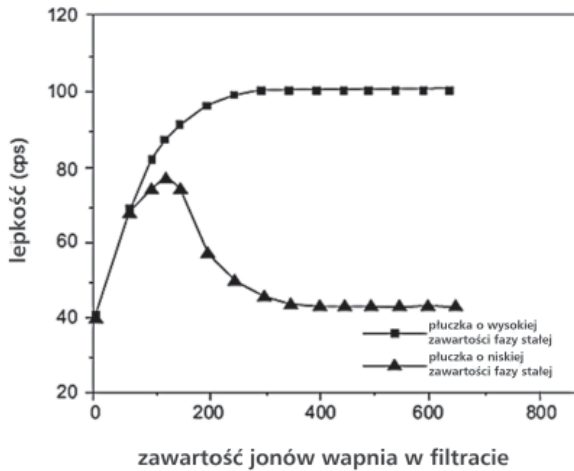
- niską lepkością,
- niską wytrzymałością strukturalną,
- wysoką tolerancją na zwierciny,
- wysoką odpornością na zanieczyszczenia.

PŁUCZKA WAPNIOWA

Gdy jony Ca^{2+} zostają dodane do płuczki ilowej, rozpoczyna się wymiana kationowa, dzięki której Ca^{2+} zastępują Na^{+} w przestrzeniach pakietowych ily. W trakcie trwania reakcji płuczka ulega rozrzedzeniu i jej lepkość maleje. Przekształcenie standardowej płuczki wiertniczej na płuczkę inhibitowaną ma miejsce zazwyczaj w otworze. Rys. 1. pokazuje zmianę lepkości w trakcie przekształcenia płuczki bentonitowej na płuczkę inhibitowaną. Różne związki wapnia są stosowane jako nośniki jonów Ca^{2+} do systemu np. gips $CaSO_4 \cdot 2H_2O$, wodorotlenek wapnia $Ca(OH)_2$ lub chlorek wapnia $CaCl_2$ mogą być użyte w tym celu.

PŁUCZKA LIGNOSULFONIANOWA

Płuczka inhibitowana może być również utworzona poprzez dodanie dużych ilości lignosulfonianu do standardowej płuczki bentonitowej. Posiada wysoką tolerancję na sól i wapiń.



Rys. 1. | Zmiana lepkości w trakcie przekształcania płuczki bentonitowej na płuczkę inhibitowaną

PŁUCZKA NA BAZIE WODY MORSKIEJ LUB SŁONEJ

Płuczki inhibitujące o koncentracji soli NaCl powyżej 1% wagowo nazywane są płuczkami na bazie wody słonej. Stosowane są one często na obszarach morskich, gdzie woda słodka nie jest łatwo dostępna. Należy zwrócić uwagę na fakt, że bentonit nie będzie łatwo ulegał hydratacji w wodzie słonej. Żeby zbudować lepkość, bentonit musi wcześniej ulec hydratacji w wodzie słodkiej bez zanieczyszczeń jonami Ca^{2+} i Mg^{2+} . Późniejsze zanieczyszczenia nie mają większego wpływu na przekształconą płuczkę na bazie wody morskiej. Wzrost zawartości soli może jednak powodować utrudnienia w utrzymaniu innych parametrów płuczki. Ponadto korozja może być głównym problemem w tego typu płuczkach, chyba że kontrolowane jest pH płuczki.

PŁUCZKA POTASOWA

W płuczce inhibitowanej potasowej koncentracja chlorku potasu powinna być na poziomie 3–10% wagowo w celu zapobieżenia pęcznieniu łupków, zawierających różne minerały ilaste.

PŁUCZKA POLIMEROWA

Do kontroli hydratacji ilów stosuje się płuczkę wiertniczą, opartą na polimerze kapsułującym PHPA. Często stosowany jest on razem z chlorkiem potasu. Płuczka taka nazwana jest polimerowo-potasową.



Fot. 2. | Materiały płuczkowe

PŁUCZKI KRZEMIANOWE

Krzemian używany jest jako reduktor hydratacji łupków. Krzemian sodu wytrąca warstwę krzemianu na reaktywnych cząstkach ilitu i w mikropęknięciach w matrycy, w ten sposób zapobiegając hydratacji ilitów przez wodę migrującą w formację.

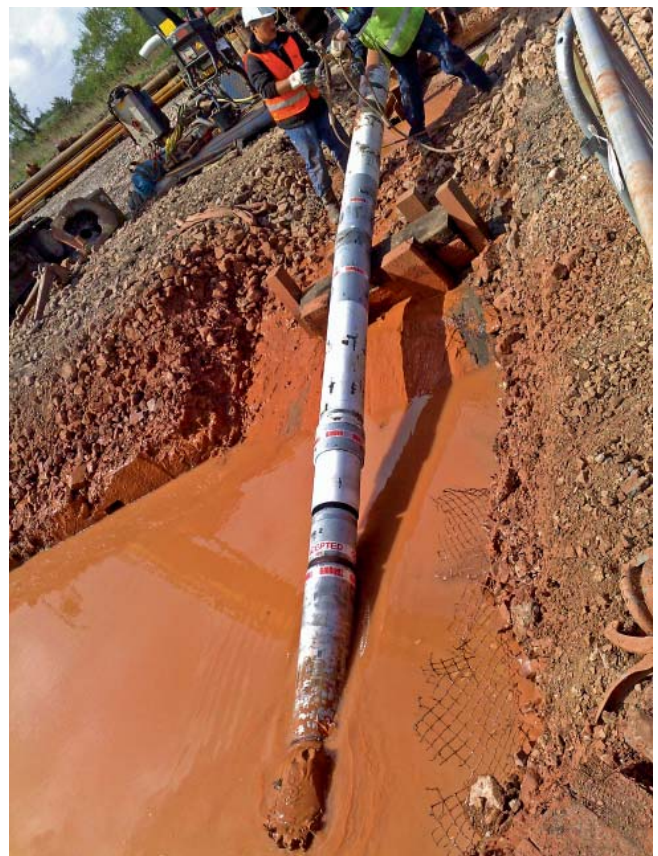
PŁUCZKI POLIOLOWE

Płuczki oparte na alkoholach wielowodorotlenowych. Podstawowym systemem polioliowym są płuczki oparte na glikolach. Płuczki te dają, oprócz inhibicji, dodatkowe korzyści w postaci niskich współczynników tarcia oraz doskonale przeciwdziałają oblepaniu świdra.

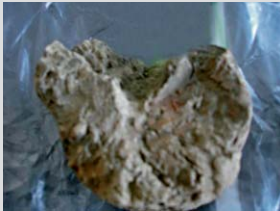


W technologii HDD do przewiercania warstw ilastych często stosuje się płuczki wiertnicze z dodatkiem polimeru kapsułującego PHPA. Przeważnie używany jest on jako dodatek do wcześniej sporządzonej płuczki bentonitowej. System taki w małym stopniu zapobiega pęcznieniu warstw ilastych i wpływowi fazy stałej na właściwości stosowanej płuczki wiertniczej.

Zastosowanie systemu płuczkiowego, opartego tylko na polimerze typu PHPA w technologii wielkośrednicowych przewierć horyzontalnych jest trudne, ponieważ nie zapewnia on parametrów reologicznych płuczki, wymaganych do transportu zwiercin i stabilizacji otworu.

Firma HEADS wobec powyższego opracowała własny system inhibitowany, który z powodzeniem został zastosowany na wielu budowach. Pierwsze zastosowania systemu miały miejsce w latach 1997–1998. Przez kolejne lata został on dopracowany i w dniu dzisiejszym pozwala na skuteczne przewiercanie warstw ilastych; płuczka wiertnicza może być mocno obciążona fazą stałą. Jest łatwo przetłaczalna, zapewnia prawidłowe oczyszczanie otworu wiertniczego przy ciężarze właściwym płuczki obiegowej nawet na poziomie 1,35–1,40 g/cm³.



Fot. 3. | Silnik wglębny

	Opis	Wpływ na parametry reologiczne	Komentarze
 Kolor: czerwono-brązowy	GĘSTOŚĆ – 2,05 g/cm ³ WILGOTNOŚĆ: 2,6% CEC NIESODOWANY: 9% CEC SODOWANY: 10% PH (1:1 z wodą destylowaną): 9,67 ZAWARTOŚĆ JONÓW WAPNIA: nie zawiera ZAWARTOŚĆ JONÓW MAGNEZU: 0,15g/l	Niski - umiarkowany	Nie powinna stwarzać problemów wiertniczych
 Kolor: szary	GĘSTOŚĆ – 2,15 g/cm ³ WILGOTNOŚĆ: 13,2% CEC NIESODOWANY: 8% CEC SODOWANY: 10% PH (1:1 z wodą destylowaną): 8,65 ZAWARTOŚĆ JONÓW WAPNIA: 0,08g/l ZAWARTOŚĆ JONÓW MAGNEZU: 0,13g/l	Średni – wysoki: At 1,15 SG PV +20% YP +35% LSYP +58% At 1,20 SG PV +40% YP +62% LSYP +100%	Średnio aktywny materiał ilasty z dużym wpływem na reologię Rekomendowana płuczka inhibitowana
 Kolor: czerwono-brązowy	GĘSTOŚĆ – 2,2 g/cm ³ WILGOTNOŚĆ: 5% CEC NIESODOWANY: 11% CEC SODOWANY: 12% PH (1:1 z wodą destylowaną): 9,6 ZAWARTOŚĆ JONÓW WAPNIA: nie zawiera ZAWARTOŚĆ JONÓW MAGNEZU: 0,05g/l	Średni - wysoki	Średnio aktywny materiał ilasty z dużym wpływem na reologię Rekomendowana płuczka inhibitowana
 Kolor: czerwony	GĘSTOŚĆ – 2,22 g/cm ³ WILGOTNOŚĆ: 6% CEC NIESODOWANY: 18% CEC SODOWANY: 20% PH (1:1 z wodą destylowaną): 9,2 ZAWARTOŚĆ JONÓW WAPNIA: nie zawiera ZAWARTOŚĆ JONÓW MAGNEZU: 0,06g/l	Wysoki At 1.15 SG PV +16% YP +30% LSYP +50% At 1,20 SG PV +46% YP +66% LSYP +110% Progresywne w czasie	Aktywny materiał ilasty z wysokim stopniem wymiany kationowej Rekomendowana płuczka inhibitowana
 Kolor: szary	GĘSTOŚĆ – 2,7 g/cm ³ WILGOTNOŚĆ: < 1% CEC NIESODOWANY: 2% CEC SODOWANY: 2% PH (1:1 z wodą destylowaną): 9,9 ZAWARTOŚĆ JONÓW WAPNIA: nie zawiera ZAWARTOŚĆ JONÓW MAGNEZU: 0,02g/l	Niski	Nie powinna stwarzać problemów wiertniczych

Tab. 1. | Analiza próbek

Koszty zastosowania systemu inhibitowanego są w znacznym stopniu niższe od kosztów wykonania standardowych płuczek wiertniczych w tych samych warunkach geologicznych.

SYSTEM INHIBITOWANY W PRAKTYCE

W 2009 r. Firma HEADS zastosowała system inhibitowany na dwóch przewiertach, wykonanych w Wielkiej Brytanii. Był to projekt ułożenia rurociągu gazowego z Marshfield do Usk-mouth. W ramach tego projektu wykonano cztery przewiertki. HEADS zastosowała system inhibitowany na przewiertkach nr 1 i 2, natomiast na przewiertkach nr 3 i 4 lokalna firma płuczkowa

zastosowała zwykłą płuczkę bentonitową. Otwory 3 i 4 zostały wykonane jako pierwsze. Warunki geologiczne na wszystkich przewiertach były takie same i dlatego można dokładnie porównać oba systemy płuczkowe.

Tab. 1. przedstawia analizę dostarczonych próbek przeprowadzoną przez naszą firmę pod kątem aktywności warstw geologicznych oraz ich wpływu na płuczkę wiertniczą. Takie badania przeprowadzamy standardowo przed zaprojektowaniem płuczki wiertniczej na danym przewiercie.

Jak wskazano w tabeli, w profilu przewiertki mamy bardzo aktywne warstwy ilaste i dlatego do wykonania tego zadania zasto-



Fot. 4. | Wiertnica 250 ton



Fot. 5. | Świder 17 1/2"

sowana została płuczka inhibitowana.

Przedstawione w dalszej części artykułu opisy oraz tab. 2 i 3 ukazują porównanie zastosowania obu systemów. Obrazują podstawowe parametry otworów i konsumpcję materiałów płuczkowych na przewiertach zleconych HEADS, wykonanych za pomocą systemu inhibitowanego oraz otworów wykonanych z zastosowaniem standardowego systemu płuczkowego.

Przewierci nr 1 i 2

System płuczkowy: HEADS inhibitowany

Długość całkowita: 3226 m

Całkowita pojemność otworów – 1105 m³

Współczynnik zużytej płuczki do pojemności otworu – 2,01

Czas trwania prac wiertniczych: 61 dni

Wywiercona pojemność otworu na jeden dzień pracy: 18,11 m³

Opis	Zużycie	Zużycie na 1 m ³ wody	Zużycie na 1 m ³ otworu
Woda	2230m ³		
Bentonit TEQGEL	80 600 kg	36,14 kg	72,94 kg
Inhibitor	27 850 kg	12,48 kg	25,20 kg
Detergent wiertniczy	3645 kg	1,63 kg	3,29 kg
Węglan Sodiu	1325 kg	0,59 kg	1,20 kg

Tab. 3. | Zużycie materiałów płuczkowych

Przewierci nr 3 i 4

System płuczkowy: lokalny, system nieinhibitowany

Długość całkowita: 2165 m

Całkowita pojemność otworów – 620 m³

Współczynnik zużytej płuczki do pojemności otworu – 2,95

Czas trwania prac wiertniczych: 58 dni

Wywiercona pojemność otworu na jeden dzień pracy: 10,69m³

Opis	Zużycie	Zużycie na 1 m ³ wody	Zużycie na 1 m ³ otworu
Woda	1834 m ³		
Bentonit	106 000 kg	57,79 kg	170,96 kg
Polimer I	670 kg	0,36 kg	1,08 kg
Polimer II	1 725 kg	0,94 kg	2,78 kg
Detergent	2.125 kg	1,16 kg	2,20 kg

Tab. 2. | Zużycie materiałów płuczkowych

Przedstawione w tabelach dane pozwalają porównać oba systemy płuczkowe i w dokładny sposób wykazać zalety systemu inhibitowanego HEADS. Zastosowanie systemu inhibitowanego zapewniło ponad 40% zmniejszenie zużycia

materiałów płuczkowych, 32% zmniejszenie zużycia wody do sporządzania płuczki wiertniczej. W znacznym stopniu skróceniu uległ czas prac wiertniczych, co pozwoliło na zwiększenie o ponad 70% postępu wiercenia otworu przypadającego na dzień pracy.

Otwory 1 i 2 o łącznej długości 3226 m były wywiercone w prawie takim samym czasie co otwory numer 3 i 4 o łącznej długości 2165 m. Zastosowanie systemu inhibitowanego pozwoliło w bardzo znacznym stopniu ograniczyć nie tylko koszt materiałów płuczkowych, ale przede wszystkim koszt wykonania całego przekroczenia poprzez znaczne skrócenie czasu jego trwania.

PODSUMOWANIE

Dokładne badania geologiczne, wykonane na trasie planowanych przewiertów oraz analiza warstw pod względem ich aktywności i wpływu na płuczkę wiertniczą, pozwalają dobrać (zaprojektować) taki system płuczkowy, który prawie w idealny sposób pozwoli na bezproblemowe wykonanie otworu, nawet w bardzo trudnych do wiercenia warstwach. Zastosowanie poprawnie dobranych systemów inhibitowanych znacznie skraca czas wiercenia, pozwala uniknąć problemów wiertniczych, wykonać przewiert na czas oraz w znacznym stopniu ograniczyć jego koszty. ■



Fot. 6. | Zabudowa casingu

